

消費財産業のサプライチェーン・マネジメントにおける広域ポート・オーソリティの構築

宮下 真一

I. はじめに

消費財産業のサプライチェーン・マネジメント (SCM) において、在庫率の変動に多くの要因が作用していることは周知のとおりである。国際的なSCMにおいては、ランドロード型港湾や港湾DX, および広域ポート・オーソリティの導入が、効率化された流通システムにおいて実効性を持ちうるためには、単に、技術や設備の導入にとどまらず、在庫率を削減する諸条件を確保することが重要になると推測される (宮下 2023)。

このうち、広域ポート・オーソリティの導入については、港湾公社を基軸とする管理主体が、陸海空の広域交通・物流基盤の一体的運営を行う体制を意味している。例えば、ニューヨーク・ニュージャージー港湾公社においては、空港、港湾、鉄道、バス、橋、トンネル等の一体運営が行われている。実際、ニューヨーク・ニュージャージー港は、港湾オペレーションに関連する企業へのマーケティング活動を積極的に実施している (宮下 2023)。

一方、ロッテルダム港については、ランドロード型港湾や港湾DXの段階に、すでに到達しているけれども、広域ポート・オーソリティの考え方が現段階で達成されているわけではないと考えられる (宮下 2023)。

具体的に、中国からロッテルダム港へ商品を輸送する場合、従来の海上輸送ルートでは、港湾ターミナル機能の向上がある程度達成されていることを踏まえて、大量輸送で調達するケースが多かった。これに対して、本稿では、中国・重慶からドイツ・デュルスブルクを經由する、鉄道輸送ルートを利用して、中国からロッテルダム港への商品を輸送することを検討する。それが可能であれば、単に、海上輸送を用いた大量輸送の考え方だけではなく、複数の輸送インフラを用いた多頻度小口輸送の可能性を秘めていると主張できる。

併せて、広域ポート・オーソリティを考える際には、ロッテルダム港がニューヨーク・ニュージャージー港湾公社と同様に、複数の交通インフラを管理していくことが可能であるのかどうかについて検討する必要がある。

物流システムを最適化するためには、単に、代替的な物流方法の選択可能性のみを議論する

だけでは不十分であり、港湾をはじめとした、輸送手段別の物流拠点間において、情報システムを統合的に管理することが重要である。つまり、中国からロッテルダム港への多様な輸送手段を建設するというハード面における多様化だけでは柔軟なSCMの組み合わせは実現できないので、異なる輸送手段と地域の物流拠点の間を情報システムでつなぐ必要がある。

上記の内容が仮に可能となれば、国際的なSCMにおいて、主流となっている海上輸送や迅速性を特徴とする航空輸送だけではなく、第3の手段として、鉄道輸送が考慮されることになるので、消費財産業のSCM研究において、新しい展開を期待することが可能になると考えられる。

そこで、本稿ではまず、中国—ドイツ間の鉄道輸送の現状を説明して、その可能性・有効性を検討する。次に、ロッテルダム港を中心とした、広域における物流システムの情報管理の現状を説明する。さらに、鉄道がそこに組み入れられることの可能性と限界、および、陸路、海路の諸拠点を系統的に管理する課題を検討する。最後に、以上のような考え方を、「延期—投機の原理」に当てはめた場合、今後の理論的な課題について主張を展開する。

II. ロッテルダム港を起点とするSCMにおける調達国際化の進化 ：広域ポート・オーソリティ構築の可能性

1. ドイツ・デュイスブルク港の発展と中欧班列サービスの展開

ドイツ北西部・デュイスブルク港は、内陸水運・鉄道・トラック間のインターモーダル輸送を促進するために、欧州の物流拠点として発展してきた。デュイスブルク港には、3つの輸送手段を相互に結節するターミナルが9ヶ所整備されている。2021年のコンテナ取扱量は430万TEUであり、3輸送手段の合計貨物量は11億1110万トンとされている（根本他 2023）。

デュイスブルク港発展の要因は、ロッテルダム港の国際貿易貨物容量不足が経済環境の変化に伴って拡大する中で、欧州の交通の要衝という地の利を活かしたことにある。具体的には、重厚長大型産業の衰退に伴う工場跡地を、インターモーダル物流拠点に転換するという州・市の施策が成功したことが背景にある。併せて、デュイスブルク周辺500kmには、1億5千万人の人口が存在しており、消費市場への近接性も物流拠点としての優位性を高めている（根本 2023, 根本他 2023）。

このような状況の中で、2011年からは、デュイスブルクと中国・重慶との間で、鉄道貨物輸送の定期便（中欧班列サービス）が始まり、ウクライナ戦争前まではシベリア鉄道経由のものを含めて、週60便が運航されていた。この輸送手段は、スエズ運河経由の海上輸送より、運賃は高いけれども、時間が短縮できるメリットがある。ただし、ウクライナ戦争開始後は、シベリアルートの輸送は実施不能になったけれども、南回りルートであるロシア・ベラルーシ経由の中欧班列は、影響を受けずにサービスが提供されている（根本 2023, 根本他 2023）。

具体的には、2011年に、17便1,000TEUであった荷動き量は、コロナ禍の2021年に15,813便、

146.4万TEUとなり、2011年比の1000倍以上の急成長を遂げている。2022年の運航便数は、16,562便、161.4万TEUとなり、前年比10.2%の増加となっている。ウクライナ戦争の影響で増加率は鈍化したけれども、増加傾向を維持している。その要因として、中国とロシアの関係を反映した荷動き量の増加がある一方で、RCEP下の域内貨物貿易の拡大に伴うコンテナ輸送の増加傾向と結びつき、東アジアの広域的かつ自由な物流環境の形成に大きな役割を果たす期待が高まっていることが背景にある（福山 2023）。

次に、デュイスブルク港の内陸水運ネットワークにおいては、ロッテルダム港に向けて、週21便運航されている。ロッテルダムからデュイスブルクまでの内陸水運、鉄道（週5回）および道路輸送（毎日）の運賃は同じ程度で、また、所要日数も3～4日程度で、それぞれ手配可能である（Seo, *et al.* 2017, Miranda 2019, 根本 2023, 根本他 2023）。

2. 中国・欽州港の発展と他の中国港湾との関係

コロナ禍においてはサプライチェーンの寸断が明らかになり、サプライチェーンを強化することの重要性が認識された。企業は、在庫の積み増しや調達先の多様化などのロジスティクス機能を高める必要性に迫られた。それに伴い、デュイスブルク港の物流拠点の果たす役割が見直されて、活用が進んだと考えられている（根本 2023, 根本他 2023）。

2017年、中国の国家発展改革委員会は、重慶を基点とする西部陸海新通道の構築を開始した。具体的に、広西北部港湾（主に、欽州港）について、鉄道・道路および河川を結んで、鉄海連運という形で、欽州港からASEANへ輸送するルートの確立を目指すものである。従来は、重慶からASEANへコンテナ貨物を輸出する場合、長江経由で、上海からコンテナ船に積み替えて、20日程度かかっていた。それが、新通道の利用によって、10日程度に短縮された。このような欽州港のハブ機能の強化によって、上海港等の他の中国港湾との競争が激化することが予想される（福山 2023）。

これに関連して、重慶から上海間の貨物輸送については、内陸水運（週2回）で15日程度、道路輸送（毎日）で4日程度、鉄道輸送（週2回）で4.5日程度であるけれども、運賃は内陸水運・鉄道・道路の順で安くなる。また、上海港において、貨物を積み替える場合、7.5～8日程度の所要日数がかかる。上海港からロッテルダム港へコンテナ輸送（週5回）する場合、24日程度の日数がかかる（Seo, *et al.* 2017, Miranda 2019）。

一方、重慶から深圳への貨物輸送については、道路輸送（毎日）で3日程度、鉄道輸送（週2回）で3.5日程度であり、鉄道輸送の方が道路輸送より運賃が安い。また、深圳港において、貨物を積み替える場合、5～7.5日程度の所要日数がかかる。深圳港からロッテルダム港へコンテナ輸送（週3回）する場合、22日程度の日数がかかる（Seo, *et al.* 2017, Miranda 2019）。

それから、先述した重慶からロッテルダム間で中欧班列サービスを利用する場合、重慶からデュイスブルク間は14日程度かかる。したがって、上海や深圳から重慶を経由してロッテルダ

ムまで貨物を輸送する場合、重慶やデュイスブルクにおいて、貨物の積み替え等の時間を含めると、重慶からロッテルダムまで、18日程度の所要日数がかかると推測できる (Seo, *et al.* 2017, Miranda 2019)。

このように、ロッテルダム－デュイスブルク間、および中国－欧州間においては、海運と鉄道が良い意味で競合・補完関係にあり、デュイスブルク港の強みとして、複数の輸送手段を上手く使い分ける「マルチモーダル機能」を有していることが明らかになった (根本 2023, 根本他 2023)。

3. 多頻度小口輸送のSCM

ロッテルダム港からの調達国際化プロセス、つまり、中国・上海や深圳からロッテルダム港へどのように配送するのかについては、海上輸送ルート以外のロジスティクスが存在することが明らかになっている。

一般的に、多頻度小口輸送で商品運ぶ場合は、上海や深圳、そして重慶から航空輸送で、ロッテルダムやデュイスブルクに輸送することが一般的である。しかし、航空輸送の場合は、高い運賃になることが明白であり、ザラの場合は現時点で、中国における生産商品はベーシックなものに限られているので、コスト・パフォーマンスが好転することは難しいと考えられる (Seo, *et al.* 2017, Miranda 2019)。

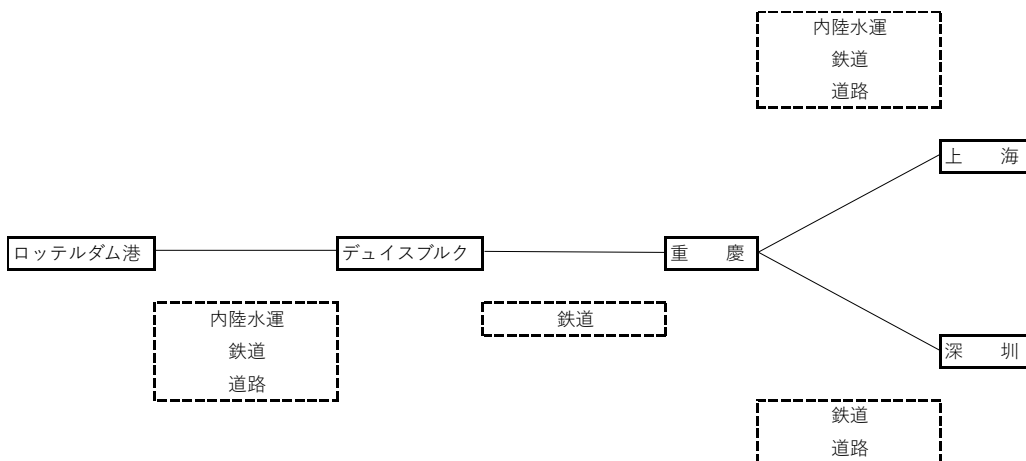
これに対して、デュイスブルク－重慶間において、中欧班列サービスを利用する場合は、海上輸送よりは運賃が高くなるけれども、航空運賃よりも低運賃で運ぶことができる。また、ロッテルダム－上海・深圳間において、多様な輸送手段を組み合わせることによって、場合によっては、多頻度小口輸送が実現できる場合が生じると考えられる。

具体的には、ロッテルダム－デュイスブルク間は、距離が短いので、内陸水運、鉄道および道路輸送ともに、所要日数がほぼ同じであり、配送頻度も多頻度が可能である。

次に、デュイスブルク－重慶間の中欧班列サービスについては、ウクライナ戦争の影響で若干便数の減少が生じた指摘はあっても、ロシア－ベラルーシを通る主要ルートについては、ほとんど便数の減少が見られない。したがって、中欧班列サービスは、航空輸送と同じ水準の迅速な多頻度小口輸送を期待することはできないけれども、海上輸送と比較すると、多頻度小口輸送を遂行することが可能なサービスであると主張できる。

さらに、重慶－上海間については、内陸水運、鉄道および道路輸送が考えられる。一般的に、これら3つの輸送手段による所要日数や頻度はそれぞれ異なるけれども、海上輸送と比較すると、いずれの輸送手段を用いた場合でも、所要日数や頻度については、メリットが存在すると考えられる。この点については、重慶－深圳間についても同じであり、輸送手段は、鉄道および道路輸送に限定されるけれども、所要日数や頻度については、航空輸送よりも、コスト・パフォーマンスを良好に保つことができる。

図1 ロッテルダム港を起点とする調達国際化のSCM：多頻度小口輸送の場合



Ⅲ. ロッテルダム港を起点とするSCMの調達国際化と販売国際化の連携

1. ロッテルダム港における港湾DXとランドロード型港湾の構築

ロッテルダム港はヨーロッパ最大の港湾であり、規模の大きい17ヶ国の港湾を比較した場合、最も効率的な港湾として知られている。近年は、ランドロード型港湾に既に到達した港湾として、港湾周辺地域やインフラを所有しており、それらのビジネスに責任を持つ企業群に対する良好な関係を構築している。併せて、多様な機能や高い技術力を伴った、持続可能性、効率性、安全性およびクリーンな港湾を追求している。そして、公的な情報プラットフォームの確立によって、情報化の進展や統合が進められている（Tian, *et al.* 2018, Nikghadam, *et al.* 2023）。

具体的に、ロッテルダム港は、高速道路の輸送能力の改良や鉄道ネットワークを拡大させるために、多額に資金を投じている。それに関連する多くのプロジェクトは、古くからの港湾地域を高水準に近代化するために、将来にわたって進められる計画である。また、港湾地域の開放性や接近性について、ビッグ・データを用いた、多様な情報流の統合を図り、インフラサービスの改良や拡大を進めている。このことが、港湾の情報インフラにおける、デジタル化の第一歩である（Gong, *et al.* 2020）。

次に、港湾内部のオペレーション・マネジメントシステムを確立するために、CITOSシステムが導入された。そのシステムでは、多様な港湾資源を効率的に、そして、合理的に配置させるために、情報システムとターミナルの機械をシームレスに結び付けて、効率的にコントロールすることができるようになった（Gong, *et al.* 2020）。この港湾内部の情報共有に関する研究は限られており、例えば、Nikghadam, *et al.* (2023) などがある。

これに対して、港湾と港湾の利用者に関する情報共有についての研究は、数多く存在する。

港湾の安全性・確実性・追跡可能性を高めるために、ICTの開発やアップデートは繰り返し行われている。海上輸送の情報フローを改良するために、Port Community System (PCS) の構築が進むことによって、港湾利用者に対する時間的な信頼性が確実に上昇するとともに、情報共有が適切に図られている (Nikghadam, *et al.* 2023)。

この点について、ロッテルダム港においては、Portbase Systemが機能しており、港湾後背地の輸送ネットワークを強化している。併せて、港湾を起点とするサプライチェーンの調達国際化・販売国際化プロセスの情報フローを、法律的・財務的な観点に基づいて、政府の担当部門や船会社、物流企業に対して、公開している (Gong, *et al.* 2020)。

さらに、ロッテルダム港では、港湾のビッグデータ・センターが確立されており、港湾のサプライチェーンに関する、情報資源の集中的な管理が実行されている。その情報に基づいて、革新的なインフラ構築が行われており、生産管理や消費者サービス、市場予測などの、正確かつ標準化されたデータサービスが関連する企業に供給されている (Gong, *et al.* 2020)。

最後に、ロッテルダム港の持続可能性については、道路輸送が後背地輸送のメインであることを見直して、内陸水運や鉄道の利用を高めるという目標が、ポート・ビジョン2030において掲げられている。それに伴い、30の重要なプロジェクトが進行しており、その中には、18の鉄道に関するプロジェクト、2つの内陸水運に関するプロジェクト、および1つの短距離海上輸送に関するプロジェクトなどが、それぞれ含まれている (Van Der Horst, *et al.* 2019)。

このような状況を踏まえて、政府や地方政府および企業は、後背地の利用を改良して、マルチ・モーダル・ターミナルの利用を効率的に達成できるようになる。併せて、インフラのボトルネックを解消して、より良い質の高い情報が確保できれば、持続可能かつ安全で信頼性のある輸送が確立できるようになると考えられる (Van Der Horst, *et al.* 2019)。

2. 大量輸送のSCM

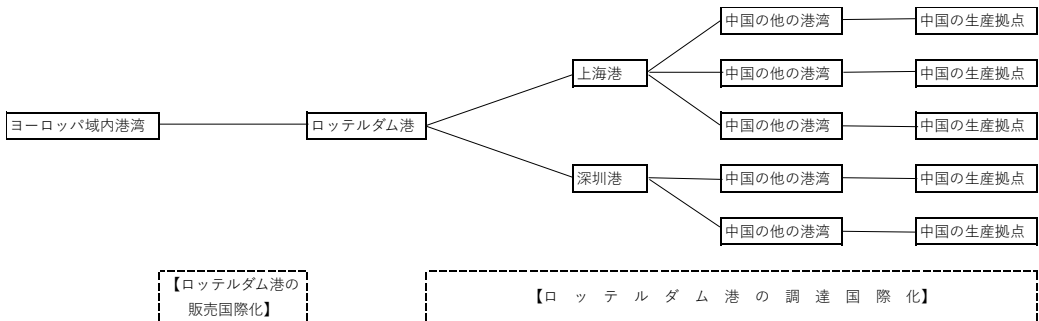
ロッテルダム港を起点とした、販売国際化の輸送ルートは、海上輸送をはじめとして、内陸水運、鉄道輸送およびトラック輸送などが想定される。ただ、ロッテルダム港からヨーロッパ域内の遠距離の国に商品を運ぶにあたっては、海上輸送が多く使われることが想定される。その場合、ロッテルダム港を起点とする販売国際化ルートは、大量輸送が前提である。また、ランドロード型港湾であるので、中国の多様な生産拠点からクロスドッキングに関する情報が、ロッテルダム港にもたらされているので、この点は在庫率の削減に、プラスの効果が存在する。

一方、荷発地側の中国の港湾については、大規模港である、上海や深圳に向けて、中国の生産拠点に近い港湾から商品が集められる。したがって、ロッテルダム港を起点とした、中国の港湾からの調達国際化の輸送ルートについても、大量輸送が前提である。ただ、中国の港湾については、ロッテルダム港と港湾DXの関係を築けるまでに、ロジスティクス・システムが発達していないので、この海上ルートで、飛躍的に在庫率の削減を達成することは難しいと考え

られる。

総じて、中国からロッテルダム港への海上輸送ルートは、上記の通り、在庫削減のプラス・マイナスの効果が想定されるけれども、距離が長く時間がかかるので、需要予測が難しい商品の輸送には適していないと主張することができる。

図2 ロッテルダム港を起点とする調達国際化と販売国際化のSCM：大量輸送の場合



IV. ロッテルダム港における広域ポート・オーソリティ構築に向けた課題

1. ドイツ・デュイスブルクと中国の物流インフラとの連携に向けた課題

先述した、中欧班列サービスは、中国発および欧州発の貨物がともに爆発的な伸びを示しており、列車の本数の増加だけでなく、コンテナ積載率の増加も併せてもたらした。デュイスブルクのインフラを運営するデュイスポート社は、貨物量の増加や幅広い商品の取り扱いに成功するとともに、それらを後押ししたのが、中国からの投資によるものであるといわれている。併せて、デュイスブルク市当局は、中国からの投資やそれに関連する問題が生じたときに対応するために、専用の部署を設置して、持続的に、中国に対する手厚い姿勢を示している (Lim and Limbach 2023)。

それに伴い、既存の産業の転換やインフラ施設の強化が進み、デュイスブルクがグローバル・ロジスティクスの先端的な拠点として、頭角を現すことになる。つまり、それは、デュイスブルクが都市としての中国化の波に、必然的に組み込まれるものであった。しかし、デュイスブルクでは、2018年に、中国情報インフラ大手ファーウェイと「スマートシティ計画」の推進に合意したけれども、計画が頓挫して、中国との関係を見直す動きも生まれている (Lim and Limbach 2023, 根本 2023, 根本他 2023)。

一方で、中国のインフラ、特に、主要港湾は20年余りで、上海をはじめとして、自由貿易地区を発展させてきた。ただ、中国の港湾は、開発された周辺地域と港湾を結び付けるロジスティクスの機能がうまく作用していないといわれている。税関申告や通関手続きの自動化・電子

化が不十分であり、港湾利用者に対するサービスの非効率性が存在している。これに対して、香港やシンガポールなどの自由貿易港は、ロジスティクスや情報管理システムが進化しているとともに、トランシップなどのコストも低料金で運営されている (Tian, *et al.* 2018)。

したがって、中国政府は、港湾貿易に従事するビジネスの利便性を高めるために、貿易プロセスの迅速化を進めなければならない。利便性の高い貿易を促進するためには、完全なロジスティクス・システムの実施や情報化された、包括的な管理システムが必要である。これらの問題を改善すると、あらゆる製品が、効率的な方法で世界市場に確実に届けられるようになる。具体的には、生産プロセスや配送プロセスの低コスト環境が整えられることになる。中国政府は、製品貿易に対して、このような特惠政策を提供するべきである (Tian, *et al.* 2018)。

併せて、中国政府は、統合および標準化された、輸送ネットワークを確立する政策を推進するべきであり、具体的には、内陸水運、海上輸送、高速道路輸送、鉄道輸送及び航空輸送を結び付けて考えていく必要がある。この政策を達成するためには、大規模、知能的かつ多機能な情報ネットワークが確立されなければならない。併せて、港湾利用者に対して、税関申告や通関手続きの電子化を効率的に、また確実に進めていく必要がある (Tian, *et al.* 2018)。

以上の点については、重慶のインフラ設備についても、同じ主張がある。重慶のインターモーダル物流拠点においては、多様なロジスティクス情報プラットフォームの構築が不十分であり、各輸送モードに対する相互の調整が上手く行われていない。多様なロジスティクス情報資源が統合されておらず、ロジスティクス資源の浪費や通関手続きの非効率性が存在している。その理由として、国際的なロジスティクスのハブ拠点として、重慶のインフラ施設を機能させるにあたり、ロジスティクスの専門的な人材が不足していることが考えられる (Gong, *et al.* 2020)。

自由貿易地域のロジスティクス・ビジネスを遂行していくためには、ハイテク技術や高い包括性を伴った、質の高い人材が求められる。しかし、重慶の物流拠点の人材はそのようなレベルに達しておらず、自由貿易地域の枠組みを推進する上で、ボトルネックとなっている。重慶の物流拠点のロジスティクス担当者の組織文化的な資質は極めて低く、ロジスティクス、財務およびマネジメントに関する技術的な能力が極端に不足している。この問題を解決するために、中国政府は、ロジスティクス人材の育成やそれらの人材に対する監督業務についても、併せて遂行しなければならない (Gong, *et al.* 2020)。

中国のインフラ事情とは対照的に、デュイスブルクのインターモーダル物流拠点を運営するデュイスポートは、先述の通り、内陸水運・鉄道・トラックに対応する物流インフラサービスを提供することによって、デュイスブルク港の利便性を高めている。これは、多くの輸送手段の積み替えが可能になったことで、「サービス能力」と「処理スピード」が高まり、荷主・物流事業者の集積が促進された。その結果、取扱貨物量が増加して、輸送ネットワークの充実、インターモーダル物流拠点の機能強化が進み、好循環としての「処理容量」の増加につながっ

ている（根本他 2023）。

2. SCMにおける大量輸送と多頻度小口輸送の連携に向けた課題

Ⅱ・Ⅲの通り、ロッテルダム港を起点としたSCMは、販売国際化プロセスにおいて大量輸送、調達国際化プロセスにおいて、大量輸送と多頻度小口輸送の双方が存在することが明らかになった。

ここで、このような配送システムを効率的に管理していくためには、ロッテルダム港が、ニューヨーク・ニュージャージー港と同じように、広域ポート・オーソリティとして、港湾利用者に関連する企業と連携していくことが重要である。実際、ロッテルダム港が港湾DXを実施するにあたり、関連する企業へのマーケティング活動は、新たな段階に入っているといわれている。

たとえば、ロッテルダム港は、関連する企業への組織文化のビジョン共有を強力に推し進めている。関連する企業においては、グローバル化や新しい情報技術革新に伴う変化のリスクを享受して、柔軟に変革できる組織文化の形成が促進されている。そのような状況が生まれれば、消費財産業のSCMにおいて、信頼関係や協力関係、および提携関係などが関連する企業間で形成される可能性が高くなると考えられる（宮下 2023）。

併せて、Ⅲで主張したように、ロッテルダム港では、港湾のビッグデータ・センターの確立に伴って、革新的なインフラ構築が行われており、生産管理や消費者サービス、市場予測などの、正確かつ標準化されたデータサービスが関連する企業に供給されているといわれている。したがって、ロッテルダム港は、ニューヨーク・ニュージャージー港と同様に、広域ポート・オーソリティの構築を前向きに実行できる立場にあると主張することができる。

ただし、ロッテルダム港が、ランドロード型港湾、港湾DXおよび広域ポート・オーソリティの導入が可能であったとしても、ロッテルダム港のオペレーションの中に明確に組み込まれるとともに、ロッテルダム港が発する情報を的確に受け止める仕組みが、港湾を利用する企業の中に、十分に確立されなければならない。

その点について、デュイスブルクのインターモーダル物流拠点については、中国の影響を受けて成長した点是否めないが、1で指摘したように、多くの輸送手段の積み替えが可能になったことで、「サービス能力」と「処理スピード」が高まっている。その結果、取扱貨物量が増加して、輸送ネットワークの充実、インターモーダル物流拠点の機能強化が進み、好循環としての「処理容量」の増加につながっている。したがって、デュイスブルクのインターモーダル物流拠点は、ロッテルダム港の広域ポート・オーソリティの構築に伴う、オペレーションの中に組み込まれるとともに、ロッテルダム港が発する情報を的確に受け止めることが可能であると考えられる。

これに対して、中国・重慶の物流拠点や上海港、および深圳港については、1で主張したよ

うに、税関申告や通関手続きの自動化・電子化が不十分であり、港湾利用者に対するサービスの非効率性が存在している。また、統合および標準化された、輸送ネットワークを確立する政策が推進されておらず、具体的には、内陸水運、海上輸送、高速道路輸送、鉄道輸送及び航空輸送を結び付けることによって、大規模、知能的かつ多機能な情報ネットワークを確立することが重要である。さらに、ロジスティクス・ビジネスを遂行していくためには、ハイテク技術や高い包括性を伴った、質の高い人材が求められる。しかし、ロジスティクス担当者の組織文化的な資質は極めて低く、ロジスティクス、財務およびマネジメントに関する技術的な能力が極端に不足しているため、ロジスティクス人材の育成が求められている。

したがって、ロッテルダム港が広域ポート・オーソリティを構築するためには、中国のインフラの後進性が問題となっており、中国政府がこの問題に積極的に取り組むことが期待されている。この問題の改善に向けた第一段階としては、上海港や深圳港、および欽州港が、港湾DXの考え方に基づいて、ロッテルダム港と情報ネットワークの中に組み込まれることが求められている。

V. おわりに：「延期—投機の原理」への含意

本稿は、ロッテルダム港を起点とした、消費財産業のSCMについて、調達国際化と販売国際化の観点から、大量輸送と多頻度小口輸送の可能性を主張した。その際、中欧班列サービスを用いれば、荷受け地である中国からの調達国際化プロセスが、海上輸送と比較すると、多頻度小口輸送になる可能性があることを検討した。ただし、この考え方を貫徹するためには、ロッテルダム港について、港湾DXを前提とした、広域ポート・オーソリティの導入が不可欠であるけれども、中国のインフラがそれに適応できていないことが明らかになった。

これに関連して、港湾DXや広域ポート・オーソリティの導入は、「延期—投機の原理」の考え方（高嶋 2012）を発展させる可能性を秘めていることを最後に主張したい。

「延期—投機の原理」では、費用曲線A（小売業者への迅速で多頻度少量の配送に伴って減少する小売業者の在庫費用）と費用曲線B（迅速で多頻度少量の配送に伴って増加するメーカーの物流・情報処理費用や在庫費用）を考えた場合に、在庫形成の延期化が進むにつれて、費用曲線Aは減少するのに対して、費用曲線Bは増加すると考えられている。

したがって、費用曲線C（費用曲線Aと費用曲線Bを合計したもの）が最も低くなる地点は、流通システム全体のコストが最小になる地点であり、そのような流通システムは、大量輸送の商品と多頻度小口輸送の商品がともに含まれている状況であるといえる。

つまり、「延期—投機の原理」は、リードタイムについて連続変量を想定しているので、費用を最小化する延期—投機水準を選択できる。この考え方は、国内物流であれば、作業員や物流施設への投資額でリードタイムを変えられるので、無理のない想定となっている。これに対

して、国際物流では、海上輸送と航空輸送において、リードタイムが離れているので、「延期－投機の原理」を考えるとときには、例えば、海上輸送を前提とした最適水準を考えるとという制約があったと考えられる。

しかし、国際物流においても、物流手段の選択を交えた、延期－投機水準の選択を併せて考える必要があり、その場合には、上記のような間欠性の問題を少しでも埋めておくほうが、最適な選択という意味では重要である。そこで、海上輸送と航空輸送の間を埋める陸上輸送を考えることが重要になり、こうした多様化とその組み合わせは、最適化の必要条件であると主張できる。

一般的に、先述した、「延期－投機の原理」における費用曲線Aは、消費者ニーズの多様化が進めば、全体的にコストが上昇する傾向がある一方で、費用曲線Bは、物流・情報技術革新によって、全体的にコストが減少する傾向が生じる可能性がある。その場合、物流・情報技術革新の中身として、本稿で主張した、港湾DXや、鉄道輸送の連携を伴う広域ポート・オーソリティの導入が当てはまり、従来と比べて、大量輸送の商品が減り、多頻度小口輸送の商品を増やすことができるようになると考えることができる。

したがって、航空輸送の増加以外の手段、つまり、港湾DXや広域ポート・オーソリティの導入が、在庫形成の延期化に寄与して、流通システム全体の効率化をさらに高めていくことが可能になると主張できる。

[付記] 本稿の作成に当たり、高嶋克義先生（神戸大学名誉教授・追手門学院大学経営学部教授）から貴重なコメントを頂きました。ここに記して感謝申し上げます。なお、ありうるべき誤謬はすべて筆者の責に帰するものです。

〈参考文献〉

- Gong, Y. F., and P. Y. Li (2020), "Enlightenment of Rotterdam Port to the Construction of Inland International Logistics Hub under the Framework of Chongqing Free Trade Zone", *Technology and Investment*, Vol.11, pp.46-57.
- Lim K. F and K. Limbach (2023), "From the City of Steel to Germany's 'China City': Economic Restructuring, the EU-China Transcontinental Railway and Infrastructure-led Development in Duisburg", *Regional Studies*, Vol.57, No.9, pp.1731-1746.
- Miranda, MBMD (2019), "A Multimodal Transportation Network Between China and Europe", ISCTE - Instituto Universitario de Lisboa (Portugal) ProQuest Dissertations Publishing, 30658416.
- Nikghadam, S., K. F. Molkenboer, L. Tavasszy and J. Rezaei (2023), "Information Sharing to Mitigate Delays in Port : the Case of the Port of Rotterdam", *Maritime Economics & Logistics*, Vol.25, pp.576-601.
- Seo, Y. J., F. Chen and S. Y. Roh (2017), "Multimodal Transportation : The Case of Laptop from Chongqing in China to Rotterdam in Europe", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol.33, No.3, pp.155-165.
- Tian, W., Z. Xu., M. Yu and H. Zhu (2018), "China's Free Trade Ports : Effective Action Against the Threat of De-globalization", *China & World Economy*, Vol.26, No.4, pp.62-81.

Van Der Horst, M., M. Kort, B. Kuipers and H. Geerlings (2019), "Coordination Problems in Container Barging in the Port of Rotterdam : an Institutional Analysis", *Transportation Planning and Technology*, Vol.42, No.2, pp.187-199.

高嶋克義 (2012) 『現代商業学 (新版)』有斐閣。

根本敏則 (2023) 「欧州インターモーダル物流の課題～コロナ・ウクライナ戦争の影響～」『運輸と経済』第83巻第7号, 76～80ページ。

根本敏則・味水佑毅・小澤茂樹・稲庭暢 (2023) 「欧州インターモーダル物流拠点デュイスブルク港の課題」『日本物流学会誌』第31号, 193～200ページ。

福山秀夫 (2023) 「ポストコロナとウクライナ戦後の東アジア国際物流ネットワークの進展—国際複合一貫輸送の視点から—」『海運経済研究』第57号, 21～30ページ。

宮下真一 (2023) 「消費財産業のサプライチェーン・マネジメントにおける港湾DXの課題」『関西大学商学論集』第68巻第1号, 61～71ページ。